محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

تاثیر کودهای زیستی و نانو اکسید آهن و روی بر عملکرد و اجزای پر شدن دانه گندم در شرایط شوری خاک

رئوف سیدشریفی*[۱] علیرضا پیرزاد[۲]

[۱] استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

[۲] استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کودهای زیستی و نانو اکسید آهن و روی بر عملکرد و اجزای پر شدن دانه گندم در شرایط شوری خاک، آزمایش فاکتوریلی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل شوری خاک در سه سطح (صفر به عنوان شاهد و اعمال شوری‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار در خاک به ترتیب معادل با ۲/۳ و ۴/۶ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از آب آبیاری و از طریق نمک NaCl و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (عدم تلقیح، تلقیح بذر با ازتوباکترکروکوکوم استرین ۵، آزوسپریلیوم لیپوفروم استرین OFو سودوموناس پوتیدا استرین ۱۸۶) و محلول پاشی (بدون محلول پاشی، محلول پاشی با نانواکسید آهن، محلول پاشی با نانواکسید روی و محلول پاشی توام نانواکسید آهن و روی) بودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش-ترین مولفه‌های پر شدن دانه (حداکثر وزن دانه، سرعت پر شدن دانه، طول دوره پر شدن دانه و دوره موثر پر شدن) و عملکرد (۲/۴۹ گرم در بوته) در عدم اعمال شوری، کاربرد باکتری سودوموناس و محلول پاشی توأم نانواکسید روی و آهن و کم‌ترین آنها و عملکرد (۱/۹۴گرم در بوته) در شوری ۵۰ میلی‌مولار، عدم کاربرد باکتری و عدم محلول پاشی بدست آمد.

کلمات کلیدی: باکتری‌های محرک رشد، عناصر ریز مغذی، گندم، تنش

مقدمه

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که منجر به کم آبی سلول همراه با تغییرات اسمزی می‌شود (Wang et al., 2009). از دست رفتن حاصلخیزی خاک در اثر شوری بیش از حد، یکی از مشکلات اساسی تولید محصولات کشاورزی است. اثر تنش شوری در مناطق خشک و نیمه خشکی که با محدودیت بارندگی و تبخیر و تعرق بالا همراه است بیشتر مشهود است (Azevedo Neto et al., 2006). مهمترین واکنش گیاه به شوری خاک یا آب، کاهش رشد است. اگر غلظت املاح به بیش از آستانه تحمل گیاه برسد، به موازات افزایش غلظت املاح محلول (شوری)، رشد گیاه کاهش می‌یابد، که البته آهنگ کاهش رشد در گیاهان مختلف متفاوت است (Mabood and Smith, 2005). این تنش با کاهش سطح فتوسنتزی در اثر تنش اسمزی ناشی از تنش شوری، ضمن کاهش طول دوره و افزایش سرعت پر شدن دانه (Pessarakli, 1999) موجب بر هم زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاه می‌شود. با تکمیل مصرف عناصر غذایی کم مصرف از طریق محلول‌پاشی، می‌توان وضعیت رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشید. در این راستا استفاده از نانو ذرات به دلیل سرعت جذب، انتقال و تجمع بیشتر نانو ذرات در مقایسه با فرم معمولی بسیار موثر تر است. مظاهری‌نیا و همکاران (Mazaherinia et al 2010.) در مقایسه کارایی نانواکسید آهن و آهن معمولی گزارش کردند که نانواکسید آهن در مقایسه با آهن معمولی، از تأثیر معنی‌داری در افزایش آهن گیاه برخوردار بود. نتایج بررسی‌های جیانگ و همکاران (Jiang et al, 2013) نشان دادند که روی نقش مهمی در تجمع مواد فتوسنتزی در دانه‌ها در طی مرحله پر شدن دانه ایفا می‌کند و با افزایش طول دوره پر شدن دانه، موجب افزایش غلظت روی در دانه‌ها می‌شود. بررسی‌های تیمسینا (Timsina, 2013) نشان داد روی و آهن موجب افزایش فتوسنتز و طول دوره پر شدن دانه گندم گردید. یکی از استراتژی های مقابله با شوری پیش تیمار بذر با انواع مختلفی از باکتری‌ها محرک رشد است. این میکروارگانیسم‌ها توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌گردند (Vessey, 2003).

اینکه آیا سازوکاری که توسط این باکتری‌ها انجام می‌شود تأثیر خاص گیاه است و یا نه، هنوز به طور کامل مشخص نشده است (Arshad and Frankenberger, 2002). باشان و همکاران (Bashan et al., 1989) گزارش کردند باکتری‌های متصل به ریشه‌ها در شرایط شوری، غلظت سدیم را در اندام هوایی گیاه محدود نموده و با نگه داشتن سطح پایین اتیلن تنشی از طریق فعالیت ACC دی‌آمیناز، رشد گیاه را تسریع می‌کنند. ساتوویچ (Saatovich, 2006) با بررسی تأثیر سویه‌های مختلف آزوسپیریلوم در افزایش مقاومت گندم به شوری نشان داد که عملکرد گیاه تا ۶۳/۴ درصد

* نویسنده مسئول raouf_ssharifi@yahoo.com

نسبت به شاهد افزایش یافت. گرامر و همکاران (Gramer et al., 1994) دلیل تعدیل اثر مخرب تنش شوری را در شرایط پیش تیمار بذر با باکتری های محرک رشد، به توانایی تولید هورمون‌های گیاهی و همچنین افزایش توان ریشه در جذب آب نسبت دادند. با توجه به کمبود عناصر ریز مغذی در بیشتر خاک‌های کشور و اهمیت محلول پاشی این عناصر در تعدیل بخشی از اثرات تنش و بررسی‌های محدود انجام شده در این راستا موجب شد تا اثر تلقیح بذر با باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه و محلول‌پاشی با نانواکسید آهن و روی بر روند پر شدن و عملکرد دانه گندم در شرایط شوری خاک مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل شوری خاک در سه سطح (صفر به عنوان شاهد و اعمال شوری‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار در خاک به ترتیب معادل با ۲/۳ و ۴/۶ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده آب آبیاری و از طریق نمک NaCl و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد (عدم تلقیح، تلقیح بذر با ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس) و محلول پاشی در چهار سطح (بدون محلول پاشی، محلول پاشی با نانواکسید آهن، محلول پاشی با نانواکسید روی و محلول پاشی با نانواکسید آهن + روی) بودند. کودهای زیستی از موسسه خاک و آب تهران و نانواکسید آهن و روی تولید کشور چین بود که از موسسه تجهزات آزمایشگاهی و شیمیایی جهان کیمیای ارومیه تهیه شد. مقدار نمک مورد نیاز برای هر یک از سطوح شوری در خاک، با استفاده از نرم افزار Salt calc محاسبه و از طریق آب آبیاری اعمال شد. در این نرم افزار به استناد هدایت الکتریکی خاک و درصد عصاره اشباع، مقدار نمک مورد نیاز برای هر کیلوگرم خاک گلدان محاسبه شده و به گلدان در دو مرحله از دوره رشد (مرحله بعد از کاشت و مرحله ۴-۳ برگی همراه آب آبیاری) اعمال شد. بقیه آبیاری‌ها در دیگر مراحل رشدی گیاه، با آب معمولی انجام شد. برای حفظ شوری در طول دوره رشد در زیر هر گلدان زیر گلدانی قرار داده شد تا بعد از هر سه تا چهار نوبت آبیاری، نمک‌های احتمالی وارد شده به زیر گلدانی دوباره در آب حل شده و به داخل هر گلدان برگردد. برای تلقیح بذر با باکتری‌های مورد نظر، از مایه تلقیحی که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود استفاده شد. سپس ۴۰ عدد بذر در هرگلدان برای اعمال تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع کشت شد. محلول‌پاشی در دو مرحله از دوره رشد رویشی (مرحله ۳ تا ۴ برگی و مرحله قبل از ظهور سنبله) انجام شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد با طول دوره روشنایی ۱۶-۱۵ ساعت (با استفاده از ترکیبی از لامپ های معمولی و مهتابی) نگهداری شدند. برای ارزیابی سرعت و طول دوره پرشدن دانه، نمونه‌برداری از ۲۱ روز بعد از خوشه‌دهی در فواصل زمانی هر ۵ روز یک بار و هر بار دو خوشه از هر گلدان انتخاب و بعد از انتقال به آزمایشگاه دانه‌ها و قرارگیری در آون، وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد شد. به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) از رابطه ۱ بر اساس رویه DUD دستورالعمل Proc NLIN نرم افزار SAS استفاده شد (رونانینی و همکاران، ۲۰۰۴).

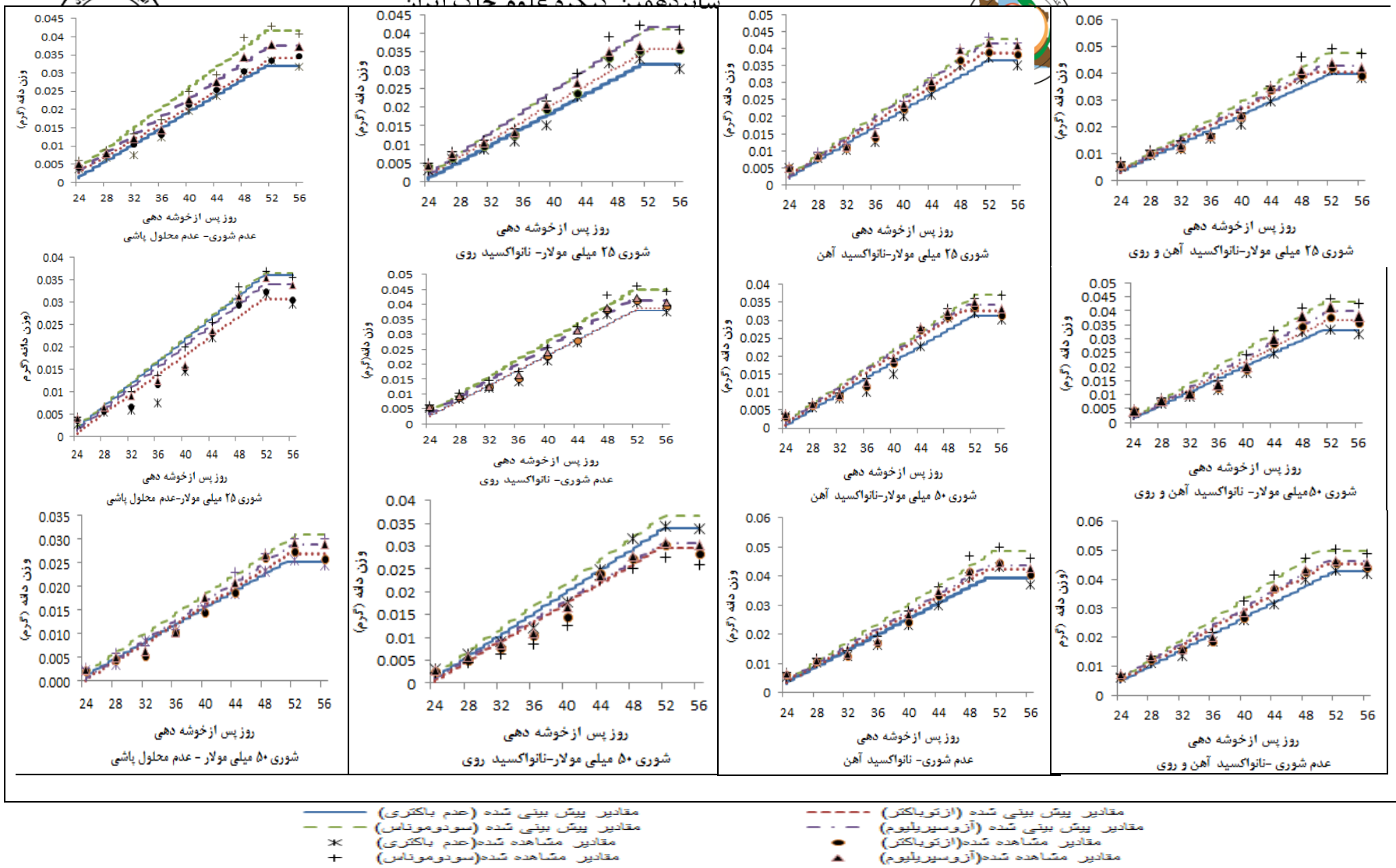
رابطه (۱)

$$Gw=\begin{vmatrix} a+bt_0 & t<t_0 \\ a+bt & t>t_0 \end{vmatrix}$$

در این رابطه GW وزن دانه، t زمان و b سرعت پرشدن دانه است، t_0 پایان دوره پرشدن دانه و a عرض از مبدأ است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پرشدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ($t < t_0$) سرعت پرشدن دانه را نشان می‌دهد. با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پرشدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) بدست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه (۱) قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. برای تعیین دوره موثر پرشدن دانه از رابطه EFP=MGW / GFR استفاده شد (الیس و پیتا، ۱۹۹۲). در این رابطه EFP دوره موثر پرشدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پرشدن دانه است. برای تخمین عملکرد دانه، در زمان رسیدگی ۱۰ بوته از هر گلدان از بین بوته‌های رقابت کننده برداشت و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش آن صفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار گرفته شد. تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و Excel و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

بررسی روند پرشدن دانه گندم در سطح ثابت از سطوح شوری و محلول‌پاشی و در حالات مختلف تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد، نشان داد الگوی نمو بذر در ابتدا در حالت عدم تلقیح و تلقیح بذر با کلیه‌ی باکتری‌ها مشابه است. بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه به صورت خطی افزایش یافته و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی)، پس از این مرحله، وزن دانه از تغییراتی چندانی برخوردار نبود و به صورت یک خط افقی در آمد (شکل ۱). بین باکتری‌های محرک رشد، شوری و محلول‌پاشی، از نظر دوره‌ی مؤثر پر شدن، سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه تفاوت‌هایی وجود دارد. به عبارتی شیب خط برازش شده یا سرعت پرشدن دانه در تلقیح بذر با باکتری‌ها یکسان نبود، به طوریکه حداکثر شیب در تلقیح با سودوموناس و حداقل آن در شرایط عدم تلقیح به دست آمد که حاکی از تفاوت در سرعت پرشدن دانه در تیمارهای مختلف محلول‌پاشی و شوری بود. روند پرشدن دانه به وسیله یک منحنی سیگموئیدی توجیه می‌شود و در این منحنی سه مرحله رشد بطئی، رشد خطی و رسیدگی فیزیولوژیک قابل تمایز است (حق بهاری و سیدشریفی، ۱۳۹۱). در مرحله رشد بطئی، اگرچه فقط ۵ درصد وزن دانه تشکیل می‌شود، ولی نقش کلیدی در وزن نهایی دانه دارد. وزن نهایی دانه یکی از اجزای تعیین کننده عملکرد دانه و طول دوره پرشدن دانه نیز یک جزء تعیین کننده زمان رسیدگی است که از ویژگی‌های مهم در اصلاح غلات می‌باشند. علاوه بر این، اندازه دانه به طول دوره پر شدن دانه بستگی دارد و وزن نهایی دانه‌ها را سرعت و طول دوره پرشدن دانه تعیین می‌کنند. میزان مواد فتوسنتزی که به دانه‌ها می‌رسند به سرعت و طول دوره پر شدن دانه بستگی دارد (آلوارو و همکاران، ۲۰۰۸). محلول پاشی هر یک از عناصر ریزمغذی موجب افزایش طول دوره و دوره موثر پرشدن دانه نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر وزن تک بذر (۰/۰۴۹ گرم)، سرعت پرشدن دانه (۰/۰۰۱۷۲ گرم در روز) در ترکیب تیماری حاصل از عدم شوری، تلقیح بذر با سودوموناس و محلول‌پاشی توأم نانواکسید آهن و روی و کمترین مقادیر این صفات (به ترتیب ۰/۰۳۶ گرم و ۰/۰۰۱۰۶ گرم در روز) در شوری ۵۰ میلی مولار، عدم کاربرد باکتری و عدم محلول‌پاشی به دست آمد (جدول ۱). بوئر و همکاران (۱۹۸۵) در ارزیابی مولفه‌های موثر بر وزن دانه بیان داشتند که سرعت انباشت مواد در دانه نسبت به طول دوره و دوره موثر پرشدن دانه اثر بیشتری دارد. تیمسینا (۲۰۱۳) اظهار داشتند که روی و آهن می‌تواند از طریق طولانی کردن دوره پر شدن دانه به افزایش وزن دانه کمک نماید. کوماری و والارمسی (۱۹۹۸) اظهار داشتند که دانه‌های با وزن بالاتر، از سرعت پرشدن بالاتری نسبت به دانه‌های با وزن کمتر برخوردار می‌باشند و به نظر می‌رسد بالا بودن سرعت پرشدن دانه در شرایط عدم شوری، تلقیح بذر با سودوموناس و محلول‌پاشی توأم نانواکسید آهن و روی می‌تواند توجیه کننده بخشی از افزایش وزن دانه و به تبع از آن عملکرد دانه باشد. بعد از تثبیت دانه در مرحله گرده افشانی، وزن دانه مهم‌ترین عامل در تعیین میزان عملکرد گندم محسوب می‌شود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین طول دوره (۵۲/۸۵ روز) و دوره موثر پرشدن دانه (۳۹/۱۸ روز) در ترکیب تیماری حاصل از عدم شوری، تلقیح بذر با سودوموناس و محلول‌پاشی توأم نانواکسید آهن و روی و کمترین طول دوره (۵۰/۳۲ روز) و دوره موثر پرشدن دانه (۲۴/۴۸ روز) در شوری ۵۰ میلی مولار، عدم کاربرد باکتری و عدم محلول‌پاشی به دست آمد (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد (۲/۴۹ گرم در بوته) به ترتیب در عدم اعمال شوری، کاربرد باکتری سودوموناس و محلول‌پاشی توأم نانواکسید روی و آهن به دست آمد. کم‌ترین عملکرد (۱/۹۴گرم در بوته)، در شوری ۵۰ میلی‌مولار، عدم کاربرد باکتری و عدم محلول پاشی مشاهده گردید. سید شریفی و حق بهاری (۱۳۹۱) افزایش ۱۰/۵ درصدی عملکرد دانه را بر اثر تلقیح بذر با آزوسپریلیوم گزارش کردند. این افزایش احتمالاً ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد است که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن‌ها، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی باعث رشد گیاه شوند (روئستی و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین بخشی از روند تغییرات عملکرد دانه را می‌توان به سرعت و طول دوره پر شدن دانه نسبت داد. بدین صورت که در حالت عدم اعمال شوری سرعت و طول دوره پر شدن دانه افزایش یافت و این امر موجب گردید که مواد بیشتری در دانه‌ها ذخیره شده و از این طریق موجب افزایش وزن دانه و عملکرد دانه شود.



شکل۱ - تأثیر نانواکسید روی و آهن، باکتری‌های محرک رشد و شوری بر روند پرشدن دانه گندم

جدول ۱ . مقایسه میانگین اثر نانو اکسید روی و آهن، باکتری‌های محرک رشد و شوری بر مولفه های پر شدن دانه گندم

تیمار		حداکثر وزن دانه (گرم)				سرعت پر شدن دانه (گرم در روز)			
		N_1	N_2	N_3	N_4	N_1	N_2	N_3	N_4
S_1	F_1	۰/۰۴۵ cd	۰/۰۴۶ b	۰/۰۴۳ f-h	۰/۰۴۸ b	۰/۰۰۱۱۲ r-u	۰/۰۰۱۲۷ k-m	۰/۰۰۱۳۶ j-l	۰/۰۰۱۳۷ jk
	F_2	۰/۰۳۸ lm	۰/۰۴۰ jk	۰/۰۴۳ ef	۰/۰۴۴ de	۰/۰۰۱۱۱ r-u	۰/۰۰۱۲ k-m	۰/۰۰۱۴۵ d-i	۰/۰۰۱۵۰ c-g
	F_3	۰/۰۴۱ hi	۰/۰۴۵ cd	۰/۰۴۸ ab	۰/۰۴۶ c	۰/۰۰۱۲۳ m-p	۰/۰۰۱۳۹ i-k	۰/۰۰۱۴۸ d-g	۰/۰۰۱۵۱ c-f
	F_4	۰/۰۴۱ ij	۰/۰۴۰ ij	۰/۰۴۳ ef	۰/۰۴۹۱ a	۰/۰۰۱۳۸ i-k	۰/۰۰۱۴۸ d-g	۰/۰۰۱۶۲ b	۰/۰۰۱۷۲ a
S_2	F_1	۰/۰۳۷ m	۰/۰۳۸ lm	۰/۰۴۰ jk	۰/۰۴۳ f-h	۰/۰۰۱۲۳ m-p	۰/۰۰۱۱۳ q-u	۰/۰۰۱۲۳ k-l	۰/۰۰۱۳۲ k-m
	F_2	۰/۰۳۸ lm	۰/۰۳۷ m	۰/۰۳۹ kl	۰/۰۴۱ i	۰/۰۰۱۰۸ tu	۰/۰۰۱۲۰ n-q	۰/۰۰۱۳۲ e-j	۰/۰۰۱۴۴ d-g
	F_3	۰/۰۳۷ m	۰/۰۴۱ ij	۰/۰۴۲ g-i	۰/۰۴۸ b	۰/۰۰۱۲۰ m-p	۰/۰۰۱۴۱ h-k	۰/۰۰۱۴۳ f-j	۰/۰۰۱۵۹ bc
	F_4	۰/۰۳۷ m	۰/۰۳۸lm	۰/۰۴۱ hi	۰/۰۴۳ fg	۰/۰۰۱۱۷ o-t	۰/۰۰۱۴۱ h-k	۰/۰۰۱۴۳ jk	۰/۰۰۱۴۷ d-i
S_3	F_1	۰/۰۳۶ n	۰/۰۳۸ lm	۰/۰۳۹ kl	۰/۰۳۷ m	۰/۰۰۱۰۶ u	۰/۰۰۱۲۵ m-p	۰/۰۰۱۱۰ s-u	۰/۰۰۱۱۷o-t
	F_2	۰/۰۳۸ lm	۰/۰۴۱ ij	۰/۰۴۲ gi	۰/۰۳۸ lm	۰/۰۰۱۵۴ b-d	۰/۰۰۱۰۶ tu	۰/۰۰۱۲۰ n-r	۰/۰۰۲۱۶ m-o
	F_3	۰/۰۳۸ lm	۰/۴۵ cd	۰/۰۴۱ ij	۰/۰۴۳ fg	۰/۰۰۱۴۷ d-i	۰/۰۰۱۱۸ n-s	۰/۰۰۱۲۴ m-p	۰/۰۰۱۵۳ b-e
	F_4	۰/۰۳۹ kl	۰/۰۳۷ m	۰/۰۴۲ g-i	۰/۰۴۶ c	۰/۰۰۱۴۷ d-i	۰/۰۰۱۲۲ n-q	۰/۰۰۱۲۳ m-p	۰/۰۰۱۳۸ i-k
$LSD_{0.05}$		۰/۰۰۱۲				۰/۰۰۰۲			

میانگین‌های با حروف مشابه در هر صفت اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند

ادامه جدول ۱

تیمار		طول دوره پرشدن دانه (روز)				دوره موثر پر شدن دانه (روز)			
		N_1	N_2	N_3	N_4	N_1	N_2	N_3	N_4
S_1	F_1	۵۱/۹۰ b-d	۵۲/۲۰ b	۵۱/۰۵ gh	۵۱/۹۳ b-d	۳۰/۱۲ j-p	۳۶/۲۲ bc	۳۱/۶۲ g-l	۳۵/۰۴ c-e
	F_2	۵۱/۹۳ bc	۵۲/۲۰ b	۵۱/۲۰ f-h	۵۰/۴۸ ij	۳۴/۲۳ c-f	۳۲/۵۸e-i	۳۰/۰۰ k-p	۲۹/۶۹ k-p
	F_3	۵۲/۲۰ b	۵۱/۷۳ c-e	۵۱/۰۳ gh	۵۱/۱۸ f-h	۳۰/۲۶j-o	۳۰/۵۱ j-n	۳۰/۱۲ j-p	۳۴/۷۴ c-f
	F_4	۵۲/۰۵ b	۵۲/۲۰ b	۵۱/۴۱ e-j	۵۲/۸۵ a	۳۴/۸۹ c-f	۲۹/۴۸ k-p	۲۹/۴۶k-p	۳۹/۱۸ a
S_2	F_1	۵۲/۲۰ b	۵۱/۷۲ c-e	۵۲/۰۲bc	۵۲/۲۰ b	۳۰/۰۸j-p	۳۳/۶۳d-g	۳۲/۵۲ f-j	۳۲/۵۴ e-i
	F_2	۵۲/۲۰ b	۵۲/۷۵ a	۵۱/۸۶ b-d	۵۰/۴۸ ij	۳۵/۱۹cd	۳۰/۸۲ h-m	۲۹/۵۲ l-p	۲۸/۸۶ m-r
	F_3	۵۲/۲۰ b	۵۲/۲۰ b	۵۱/۹۳ b-d	۵۲/۲۰ b	۳۰/۰۸ j-p	۲۹/۱۸ l-q	۲۹/۴۲k-p	۳۰/۲۸j-o
	F_4	۵۲/۲۸ b	۵۰/۲۰ b	۵۱/۷۵ c-e	۵۱/۰۵ gh	۳۱/۶۲ g-l	۲۶/۹۵ q-t	۲۹/۲۵k-q	۲۹/۳۲ k-p
S_3	F_1	۵۰/۳۲ j	۵۲/۰۲bc	۵۱/۰۳ bc	۵۰/۹۶ h	۲۴/۶۸ t	۳۰/۴۰ j-n	۳۵/۴۵cd	۳۱/۶۲ g-l
	F_2	۵۲/۲۰ b	۵۱/۵۲ d-f	۵۰/۸۰ hi	۵۱/۵۲ d-f	۲۷/۸۹ o-s	۳۸/۶۸ ab	۳۵/۰۰ c-e	۲۹/۷۰ k-p
	F_3	۵۰/۴۸ ij	۵۲/۲۰ b	۵۲/۸۳ a	۵۱/۷۰ c-e	۲۵/۸۰ st	۳۸/۱۴ ab	۳۳/۰۶d-h	۲۸/۲۴ n-s
	F_4	۵۲/۸۰ a	۵۱/۹۹ cb	۵۱/۰۸ g-h	۵۲/۰۸ b-c	۲۶/۵۳ r-t	۳۱/۶۶ g-j	۳۴/۱۵ c-f	۲۷/۶۶ p-s
$LSD_{0.05}$		۱/۰۱				۲/۴۶۵			

میانگین‌های با حروف مشابه در هر صفت اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند

(S3) شوری ۵۰ میلی مولار ,(S2) شوری ۲۵ میلی مولار (S1) بدون اعمال شوری

محلول پاشی با (N1), بدون محلول پاشی] محلول پاشی [(F4) سودوموناس ,(F3) ازوسپریلیوم ,(F2) ازتوباکتر ,(F1) بدون کود زیستی)] کودهای زیستی

(N4) محلول پاشی با نانواکسیدآهن و روی (N3) محلول پاشی با نانواکسید آهن ,(N2) نانواکسید روی

نتیجه‌گیری

کاربرد کودهای زیستی به همراه عناصر آهن و روی منجر به بهبود عملکرد و مولفه های پر شدن دانه گندم در شرایط تنش شوری شد. از این رو به نظر می‌رسد به منظور بهبود عملکرد گندم در شرایط شوری خاک، استفاده از کودهای زیستی و محلول‌پاشی نانواکسید روی و آهن عاملی مناسب باشد.

منابع

حق بهاری، م و ر، سید شریفی. ۱۳۹۱. تأثیر باکتری‌های افزآینده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد، سرعت و طول دوره پر شدن دانه گندم در سطوح مختلف شوری خاک. مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. جلد ۶ ، شماره اول، صفحات ۶۵-۷۵.

Alvaro, F., Isidro, J., Villegas, D., Corcia del mora, LF., Royo, C. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in Mediterranean durum wheat., Agron J, 100: 361-370.

Arshad, M., Frankenberger, W.T., 2002. Ethylene Agricultural Sources and Application. Kluwer Academic Publishers. New York.

Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., Eneas-Filho, J., Abreu, C.E.B., Filho, E.G. 2006. Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. Environmental and Experimental Botany. 56, 87-94.

Bashan, Y., Ivanony, Y.H., Saad, A., 1989. Non specific response in plant growth, yield and root colonization of non-cereal crop plant to inoculation with Azospirilum brasilense. Canadian Journal of Botany. 67,1317-1324.

Buyer, JS., Kratzke, MG., Sikora, LJ. 1993. A method for detection of pseudobactin, the siderophore produced by a plant-growth promoting pseudomonas strain, in the barley rhizosphere. Appl Environ Microbiol, 59:677–681.

Gramer, G.R., Alberico, G.J., Schmidt, C., 1994. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. Australian Journal of Plant Physiology. 21(5), 675-682.

Jiang, L., Zhang, D., Song, F., Zhang, X., Shao, Y., Li, C. 2013. Effects of Zinc on Growth and Physiological Characters of Flag Leaf and Grains of Winter Wheat after Anthesis. Adv J. Food Sci &Tech, 5(5): 571-577.

Karimi, M.M., K.H.M. Siddique. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivers. Australian Journal of Agricultural Research, 42:13-20.

Mabood, F., Smith, D.L., 2005. Pre-incubation of Bradyrhizobium japonicum with jasmonates accelerates nodulation and nitrogen fixation in soybean (Glycine max L.) at optimal and suboptimal root zone temperatures. Journal of Plant Physiology. 125: 311-323.

Mazaherinia, S., Astaraei, A. R., Fotovat, A., Monshi, A. 2010. Nano iron oxide particles efficiency on Fe, Mn, Zn and Cu concentrations in wheat plant. World Appl. Sci. J. 7(1): 36- 40.

Pessarakli, M., 1999. Hand book of plant and crop stress. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York.

Roesti. D., Gaur, R., Johariz, B. N., Imfeld, G., Sharma, S., Kawalieet, K., Aragno, M. 2006. Plant growth stage, fertilizer management promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat field. Soil.Biol. Biochem, 38:1111-1120.

Ronanini, D.R., Savin, R., Hall, A.J. 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (Helianthus annus L.) exposed to brif interval of high temperature during grain filling. Field Crop Rers, 83: 79-90.

Timsina, Y.N. 2013. Effect of nitrogen fertilization on zinc and iron uptake and yield components of wheat. Department of Plant and Environmental Sciences, (IPM). Norwegian University of Life Sciences (UMB), Pp 94.

Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. 225, 571-586.

Wang, W.B., Kim, Y.H., Lee, H.S., Kim, K.Y., Deng, X.P., Kwak, S.S., 2009. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. Plant Physiology and Biochemistry. 47, 570-577.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

Effects of bio fertilizers and nano Zn- Fe oxide on grain yield and grain filling components of wheat under soil salinity

Seyed sharifi[*1], R., Pirzad[2], A.R.,

[1] Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[2] Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

In order to evaluate the effects of nano Zn-Fe oxide and bio fertilizers on yield and grain filling components of wheat (*Triticum aestivum* L.) under soil salinity, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at research green house of faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili in 2015. Treatments were included soil salinity in three levels [no-salt or control, salinity 25, and 50 mM equal with 2.3 and 4.6 ds/m as NaCl], seed inoculation by plant growth promoting rhizobacteria [(no inoculation, seed inoculation by Azotobacter chrocoocum strain 5, Azosperilium lipoferum strain OF, Pseudomonas putida strain 186] and foliar application in four levels [without foliar application, foliar application of nano Zn oxide, nano Fe oxide and nano Fe-Zn oxide]. Means comparison showed that maximum grain filling components (maximum of grain weight, grain filling rate, grain filling period and effective grain filling period) and grain yield (2.49 g per plant) were obtained in no salinity and application of Pseudomonas and nano Zn-Fe oxide and the least grain yield (1.94 g per plant) and grain filling components were obtained in 50 Mm salinity and no application of PGPR and nano Zn-Fe oxide.

Keywords: plant growth promoting rhizobacteria, microelement, wheat, stress

[*] Corresponding author, Email: raouf_ssharifi@yahoo.com